ASRS

- S/R sistemi predstavljaju važan apekt u proceni transportnog kapaciteta sistema

- Pri razmatranju operacija koje jedan ovakav sistem obavlja razlikuju se ***dva tipa ciklusa***:

- **Jednostruki** – podrazmeva se da S/R uređaj ciklus započinje u P/D stanici, gde zahvata teret, putuje do lokacije skladištenja gde odlaže teret, a zatim se neopterećen vraća u P/D stanicu spreman za novi ciklus. Jednostruki ciklus podrazumeva i da S/R uređaj iz P/D stanice krene prazan do skladišne lokacije gde zahvata jedinicu robe koju treba iskladištiti, a zatim se sa tom jedinicom robe vraća do polazne P/D stanice gde jedinicu tereta odlaže.
<u>DEŠAVA SE SAMO PO JEDNO ZAHVATANJE I ODLAGANJE U TOKU CIKLUSA</u>

- **Dvostruki** – podrazumeva da S/R uređaj u P/D stanici zahvati jedinicu tereta, prenese je do odgovarajuće skaldišne lokacije gde je odloži, a zatim ode do nove lokacije sa koje zahvati novu jedinicu tereta i sa njom se vrati u početnu P/D stanicu.
<u>U OKVIRU JEDNOG CIKLUSA SE ODIGRJU PO DVA ZAHVATANJA I DVA ODLAGANJA</u>

- Određivanje vremena trajanja ciklusa moguće je izvršiti na tri načina:

1. <u>Posmatranjem i merenjem rada sistema</u> i svođenjem rezultata na <u>relevantnu veličinu</u> – naravno za ovakav način je neophodno da sistem čiji se kapacitet određuje ***već postoji***
2. <u>Računarskom simulacijom</u> – koja se najčešće koristi za sisteme ***koji se tek projektuju***
3. <u>Analitičkim metodama</u> – kojima se dobija <u>*procena*</u> vremena trajanja ciklusa na osnovu analitičkih formula za osnovne elemente ciklusa
Iz prethodno rečenog se zaključuje da je ***poslednji način najjednostavniji i najbrži*** način za procenu vremena trajanja ciklusa.

U daljem tekstu će biti objašnjena metoda procene vremena trajanja ciklusa S/R sistema, pri čemu treba reći da se njom pretpostavlja da je **raspodela** kojom se opisuje strategija raspoređivanja tereta u okviru jednog regala **ravnomerna**, odnosno da je jednaka verovatnoća odlaganja i zahvatanja tereta sa svake pozicije u regalu

METODA

Ova metoda podrazumeva da se kao merodavna rastojanja za procenu kretanja S/R uređaja u slučaju **jednostrukog ciklusa** uzimaju rastojanja **L/2 i H/2**, a u slučaju **dvostukog ciklusa**, kao prva pozicija na koju ide S/R uređaj uzima se pozicija **(L/2, H/2)** a kao druga pozicija iz dvostrukog ciklusa da se uzima pozicija **(3L/4, 3H/4)**,

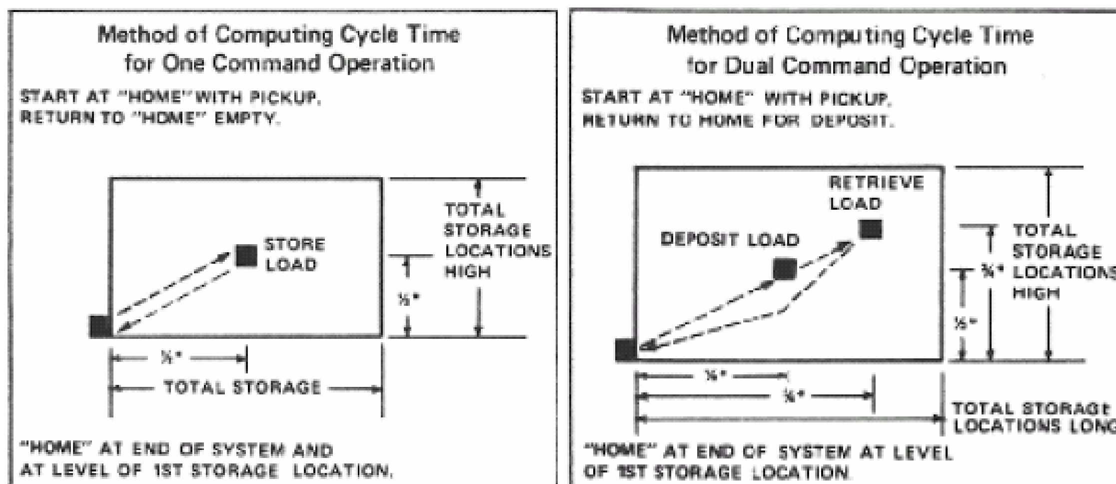
Na taj način jednostruki ciklus – T_{SC} i dvostruki ciklus se određuju kao

$$T_{SC} = 2 \cdot T_{P-d} + 2 \cdot T_{PD}$$

$$T_{DC} = T_{P-d} + T_{d-R} + T_{R-P} + 4 \cdot T_{PD}$$

pri čemu je

$T_{P\text{-}d}$ – vreme kretanja od P/D stanice do mesta odlaganja (zahvatana u slučaju jednostrukog ciklusa)
$T_{d\text{-}R}$ – vreme kretanja od mesta odlaganja do mesta zahvatanja
$T_{R\text{-}P}$ - vreme kretanja od lokacije zahvatanja do P/D stanice
T_{PD} – trajanje operacija zahvatanja ili odlaganja na P/D stanicama ili lokacijama u regalu



Vreme koje je potrebno S/R sredstvu da pređe definisana rastojanja se računa za slučaj da se kretnja realizuje rezultujućim kretanjem i računa se prema jednačini Čebiševa

$$T = \max\left(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}\right)$$

pri čemu su Δx i Δy rastojanja koja je potrebno preći po x i y osi a v_x i v_y brzine kretanja po tim osama.

Kako se u radu jednog AS/RS sistema ne odvijaju samo jednostruki ili samo dvostruki ciklusi to je za dobijanje prosečnog ciklusa S/R uređaja potrebno iskoristiti saznanja o učestalosti pojedinih ciklusa u ukupnom broju istih. Kada su poznati ti podaci **prosečan ciklus** se dobija kao

$$T_c = a \cdot T_{SC} + (1-a) \cdot T_{DC}$$

a prosečna **količina prenetih jedinica u prosečnom ciklusu** kao

$$u = a \cdot 1 + (1-a) \cdot 2$$

pri čemu je **a** učešće jednostukih ciklusa u ukupnom broju ciklusa.

Zadatak 1

Na početku vršnog sata u radu AS/RS-a na P/D stanicu pristiže 100 jedinica tereta, istovremeno se zahteva da se u toku tog sata iz regala otpremi 80 jedinica. U toku tih sat vremena S/R mašina se koristi isključivo za realizaciju dobijenih zadataka na najracionalniji mogući način (tj. do završetka procesa iskladištenja mašina koristi dvostruke cikluse, a nakon toga uskladištenje preostalih jedinica se vrši jednostrukim ciklusima). Ukoliko su poznati sledeći podaci:

- dužina skladišnog regala – 16.5m
- visina skladišnog regala – 11m
- P/D stanica se nalazi na početku najnižeg nivoa regala
- brzina S/R uređaja u horizontalnom pravcu je 1m/s, a u vertikalnom 0.6m/s
- vremena utovara i istovara tereta sa S/R uređaja su po 8s

odrediti koliko će se jedinica tereta nalaziti na P/D stanici po isteku vršnog sata.

REŠENJE

Obzirom da rad S/R uređaja podrazumeva da se do iskladištenja svih potrebnih jedinica obavljaju dvostuki ciklusi, to ćemo prvo razmotriti koliko je takvih ciklusa ostvareno u toku vršnog sata. Ukoliko je vreme potrebno za obavljanje 80 dvostrukih ciklusa manje od 1h, potrebno je utvrditi koliko je još jednostrukih ciklusa moguće ostvariti u ostatku vremena. Broj jedinica tereta koji su nakon isteka vršnog sata ostali na P/D stanici je jednak razlici sume jednostrukih i dvostrukih ciklusa i ukupnog broja jedinica tereta.

$$T_{DC} = T_{P-d} + T_{d-R} + T_{R-P} + 4 \cdot T_{PD}$$

$$T_{P-d} = \max(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}) = \max(\frac{L/2}{v_x}, \frac{H/2}{v_y}) = \max(\frac{16m/2}{1\,m/s}, \frac{11m/2}{0.6\,m/s}) = \max(8s, 9.2s) = 9.2s$$

$$T_{d-R} = \max(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}) = \max(\frac{3L/4 - L/2}{v_x}, \frac{3H/4 - H/2}{v_y}) = \max(\frac{4m}{1\,m/s}, \frac{2.75}{0.6\,m/s}) = \max(4s, 4.6s) = 4.6s$$

$$T_{R-P} = \max(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}) = \max(\frac{3L/4}{v_x}, \frac{3H/4}{v_y}) = \max(\frac{12m}{1\,m/s}, \frac{8.25m}{0.6\,m/s}) = \max(12s, 13.75s) = 13.75s$$

$$T_{DC} = 9.2s + 4.6s + 13.75 + 4 \cdot 8s = 59.55s$$

Broj ciklusa koje S/R uređaj uspe da uradi u toku sat vremena je

$$N_C = \frac{3600}{59.55} = 60.45$$

Kako je početak dvostrukog ciklusa zahvatanje tereta sa P/D stanice to se zaključuje da je uređaj uspeo da zahvati 61 jedinica tereta, tj. da je na kraju vršnog sata ostalo još 39 jedinice tereta koje treba uskladištiti.

Zadatak2.

AS/RS sistem se projektuje kako bi opslužio skladište kapaciteta 12000 paletnih mesta. Zbog ograničenosti dimenzija prostora definisano je da će skladište imati visinu od osam paletnih nivoa. Izbor se pravi između sledećih varijanti:

a) ukupno 10 prolaza sa regalima dužine 75 paletnih mesta
b) ukupno 8 prolaza sa regalima dužine 84 paletna mesta

Od projektovanog sistema se zahteva da obezbedi kapacitet od 180 uskladištenih i 180 iskladištenih jedinica tereta na čas, pri čemu se podrazumeva jednaka verovatnoća zahvatanja i odlaganja tereta sa svih lokacija. Ukoliko su poznati sledeći podaci odrediti bolju varijantu.

- Brzine kretanja S/R mašine u horizontalnom pravcu je 2.3 m/s
- Brzine kretanja S/R mašine u vertikalnom pravcu 0.41 m/s.
- Veličina regalskog paletnog mesta je 1.2x1.4m
- Lokacije P/D stanica su na nivou poda na početku svakog reda
- Vremena zahvatanja i odlaganja tereta su po 18s
- Pretpostavlja se da je 40% ciklusa jednostruko.

REŠENJE

Kako ponuđena varijanta pod b) zahteva angažovanje manjeg broja S/R uređaja, a samim tim je i niža cena takvog sistema, prvo ćemo nju analizirati i utvrditi da li zadovolja uslov proizvodnosti.
Dimenzije regala u ovom slučaju su
Visina H=8*1.4=11.2m
Dužia L=84*1.2=100.8m

$$T_{P-d} = \max(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}) = \max(\frac{L/2}{v_x}, \frac{H/2}{v_y}) = \max(\frac{50.4m}{2.3\,m/s}, \frac{5.6m}{0.41\,m/s}) = \max(21.91s, 13.65s) = 21.91s$$

$$T_{d-R} = \max(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}) = \max(\frac{3L/4 - L/2}{v_x}, \frac{3H/4 - H/2}{v_y}) = \max(\frac{25.05m}{2.3\,m/s}, \frac{2.8m}{0.41\,m/s}) = \max(10.89s, 6.83s) = 10.89s$$

$$T_{d-R} = \max(\frac{\Delta x}{v_x}, \frac{\Delta y}{v_y}) = \max(\frac{3L/4}{v_x}, \frac{3H/4}{v_y}) = \max(\frac{75.6m}{2.3\,m/s}, \frac{8.4m}{0.41\,m/s}) = \max(32.87s, 20.48s) = 32.87s$$

$$T_{SC} = 2 \cdot T_{P-d} + 2 \cdot T_{PD} = 2 \cdot 21.91s + 2 \cdot 18s = 79.82s$$

$$T_{DC} = T_{P-d} + T_{d-R} + T_{R-P} + 4 \cdot T_{PD} = 21.91s + 10.89s + 32.87 + 4 \cdot 18s = 137.74s$$

Prosečni ciklus je

$$T_c = a \cdot T_{SC} + (1-a) \cdot T_{DC} = 0.4 \cdot 79.82 + 0.6 \cdot 137.74 = 114.57$$

a prosečan broj otpremljenih jedinica u ciklusu

$$n = a \cdot 1 + (1-a) \cdot 2 = 0.4 + 1.2 = 1.6$$

Iz ovoga sledi da je kapacitet ovakvog sistema

$$Q_k = n \cdot \frac{3600}{T_C} = 1.6 \cdot \frac{3600}{114.57} = 50.27 \, {}^{kom}\!/_{h}$$

potreban broj vozila je

$$N = \left[\frac{Q_{zah}}{Q_k}\right] = \left[\frac{360 \, {}^{kom}\!/_{h}}{50.27 \, {}^{kom}\!/_{h}}\right] = [7.16] = 8$$

Što odgovara ponuđenom rešenju, jer je projektovani broj uređaja veći nego onaj koji je potreban za dostizane zadate proizvodnje, tako da ovo rešenje i prihvatamo kao konačno.
Iskorišćenje S/R uređaja u ovom rešenju je

$$\eta = \frac{7.16}{9} = 0.795 \cong 80\%$$

Za domaći proveriti rešenje pod a)